

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-059808

(43)Date of publication of application : 06.03.2001

(51)Int.Cl. G01N 15/06  
C23C 14/00  
C23C 16/44  
H01L 21/205  
H01L 21/3065  
H01L 21/66

(21)Application number : 2000-  
177636

(71)Applicant : TOKYO ELECTRON LTD

(22)Date of filing : 13.06.2000

(72)Inventor : MATSUDA TSUKASA  
IKEDA KYOKO  
OTSUKI HAYASHI

(30)Priority

Priority number : 11168968

Priority date : 15.06.1999

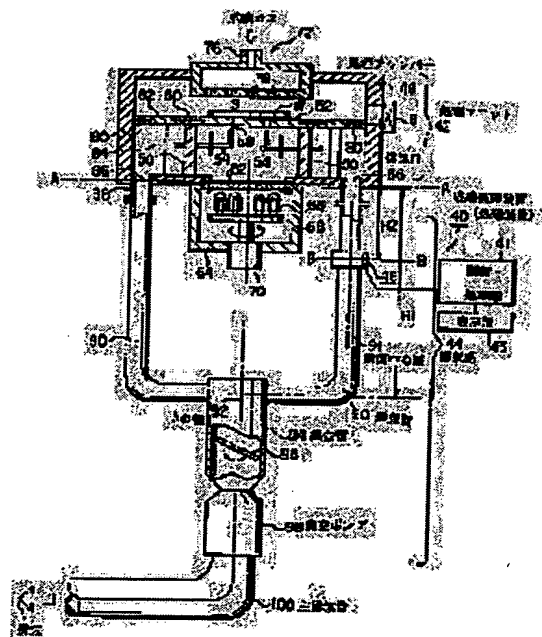
Priority country : JP

## (54) APPARATUS AND METHOD FOR MEASURING PARTICLE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To monitor the number of particles in the high correlation with the actual quantity of particles in a treatment chamber.

SOLUTION: A treatment apparatus has a treatment unit 42 for applying predetermined treatment to an object W to be treated, a discharge system for discharging the atmosphere in the treatment chamber 48 of the treatment unit 42 by a vacuum pump 98, and a particle measuring apparatus 46 for measuring the number of particles in exhaust gas. In this case, the particle measuring apparatus is constituted so as to be provided to the exhaust pipe 90 allowing the exhaust port 86 of the treatment chamber 48 to communicate with the vacuum pump in the discharge system. By this constitution, the number of particles can be monitored in the high correlation with the actual quantity of particles in a treatment chamber.



---

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision  
of rejection]

[Kind of final disposal of application  
other than the examiner's decision of  
rejection or application converted  
registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against  
examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-59808

(P2001-59808A)

(43) 公開日 平成13年3月6日 (2001.3.6)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード* (参考)
G 0 1 N 15/06		G 0 1 N 15/06	D
			C
C 2 3 C 14/00		C 2 3 C 14/00	B
16/44		16/44	J
H 0 1 L 21/205		H 0 1 L 21/205	
審査請求 未請求 請求項の数18 O L (全 16 頁) 最終頁に続く			

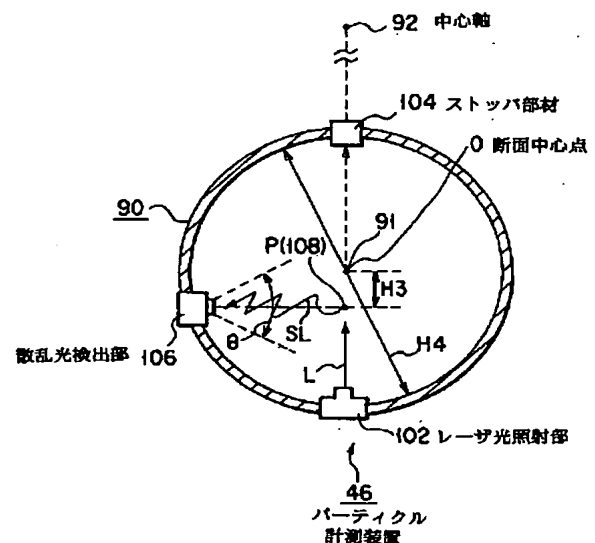
(21) 出願番号	特願2000-177636 (P2000-177636)	(71) 出願人	000219967 東京エレクトロン株式会社 東京都港区赤坂5丁目3番6号
(22) 出願日	平成12年6月13日 (2000.6.13)	(72) 発明者	松田 司 山梨県韭崎市穂坂町三ツ沢650番地 東京 エレクトロン山梨株式会社総合研究所内
(31) 優先権主張番号	特願平11-168968	(72) 発明者	池田 恭子 山梨県韭崎市穂坂町三ツ沢650番地 東京 エレクトロン株式会社総合研究所内
(32) 優先日	平成11年6月15日 (1999.6.15)	(72) 発明者	大槻 林 山梨県韭崎市穂坂町三ツ沢650番地 東京 エレクトロン山梨株式会社総合研究所内
(33) 優先権主張国	日本 (J P)	(74) 代理人	100090125 弁理士 浅井 章弘

(54) 【発明の名称】 パーティクル計測装置及びその計測方法

(57) 【要約】

【課題】 処理チャンバー内の実際のパーティクル量と高い相関関係でパーティクル数をモニタすることができる処理装置を提供する。

【解決手段】 被処理体Wに対して所定の処理を施す処理ユニット42と、この、処理ユニットの処理チャンバー48内の雰囲気気を真空ポンプ98により排気する排気系44と、排気ガス中のパーティクル数を計測するパーティクル計測装置46とを有する処理装置において、前記パーティクル計測装置を、前記排気系の内の、前記処理チャンバー48の排気口86と前記真空ポンプとを連絡する排気管90に設けるように構成する。これにより、処理チャンバー内の実際のパーティクル量と高い相関関係でパーティクル数をモニタすることを可能とする。



**【特許請求の範囲】**

【請求項 1】 処理チャンバー内の大気若しくはガスを真空ポンプにより排気した雰囲気を生成し、その雰囲気内で被処理体に対して、半導体装置製造に関する処理を施す処理装置に備えられ、前記処理チャンバーの排気口と前記真空ポンプとを連結する排気管に取り付けられ、排気ガスに含まれるパーティクル数を計測することを特徴とするパーティクル計測装置。

【請求項 2】 前記排気管の横断面中心点と、前記処理チャンバーの中心を上下方向に通る中心軸とを結ぶ線分に沿うように前記排気管内にレーザ光を照射するレーザ光照射部と、前記レーザ光の照射方向に対して略直交する方向に設けられてパーティクルからの散乱光を検出する散乱光検出部と、を備えることを特徴とする請求項 1 に記載のパーティクル計測装置。

【請求項 3】 前記レーザ光照射部は、前記排気管内を排気される排気ガスに含まれるパーティクルの密度が濃い部分にレーザ光を照射し、前記散乱光検出部は、前記レーザ光の照射方向とは略直交方向であって、前記排気管内で排気される排気ガスに含まれるパーティクルの密度が濃い部分に検出方向を指向することを特徴とする請求項 2 に記載のパーティクル計測装置。

【請求項 4】 前記散乱光検出部の中心は、前記排気管の断面中心点よりも、前記処理チャンバーの中心を上下方向に通る中心軸が位置する方向に対して反対方向へ所定の距離だけオフセットした点に向けられるように設定されていることを特徴とする請求項 2 に記載のパーティクル計測装置。

【請求項 5】 前記パーティクル検出手段は、前記排気管の断面中心点よりも、前記処理チャンバーの中心を上下方向に通る中心軸が位置する方向に対して反対方向へ所定の距離だけオフセットした点を通るようにレーザ光を照射するレーザ光照射部と、前記レーザ光の照射方向に対して略直交する方向に設けられてパーティクルからの散乱光を検出する散乱光検出部と、で構成されることを特徴とする請求項 1 に記載のパーティクル計測装置。

【請求項 6】 前記オフセットされる所定の距離の最大値は、前記排気管の半径の 0.75 倍であることを特徴とする請求項 4 に記載のパーティクル計測装置。

【請求項 7】 前記オフセットされる所定の距離の最大値は、前記排気管の半径の 0.75 倍であることを特徴とする請求項 5 に記載のパーティクル計測装置。

【請求項 8】 前記排気管上の取り付け位置は、前記処理チャンバー内で発生した光が到達しない、前記処理チャンバーに最短距離で、前記排気管内で排気ガスに含まれるパーティクルの密度に濃淡がある位置とする

ことを特徴とする請求項 1 に記載のパーティクル計測装置。

【請求項 9】 処理チャンバー内の大気若しくはガスを真空ポンプにより排気した雰囲気を生成し、その雰囲気内で被処理体に対して、半導体装置製造に関する処理を施す処理装置から排気されるパーティクルを計測する方法において、パラメータのモデル化を行うステップと、排気管内を流れるパーティクル粒子を含む排気ガスの軌跡を表す数値シミュレーションステップと、排気及びパーティクルの軌跡数値シミュレーションステップと、最適パーティクル位置確認ステップと、センサー取り付け位置決定ステップと、センサーの取り付けステップと、パーティクル計測評価ステップと、を具備し前記処理チャンバー内で生成されて排気されるパーティクルが排気管内を流れる軌跡をシミュレーションし、前記排気管径方向で最もパーティクルが密になる領域を選出し、その領域を測定用レーザ光が通過する位置にレーザ照射部を配置させて、そのレーザ光に直交する方向に散乱光検出部を配置させて、パーティクルを計測することを特徴とするパーティクル計測方法。

【請求項 10】 前記パラメータのモデル化を行うステップは、重力を加味していることを特徴とする請求項 9 に記載のパーティクル計測方法。

【請求項 11】 前記パラメータのモデル化は、チャンバー形状、排気ポンプ構成、排気管の引き回し構成に基づく排気構成のモデル化と、ガス種、圧力、流量、温度を含むプロセス条件のモデル化と、生成されるパーティクルの組成、密度、粒径を含むパーティクル条件のモデル化と、パーティクルを発生させる構成部位及び発生箇所のモデル化と、からなることを特徴とする請求項 9 または 10 に記載のパーティクル計測方法。

【請求項 12】 記載の前記軌跡の数値シミュレーションは、前記チャンバーに設けられた排気管口の数量と、その形状と、その配置位置と、排気ガスの流速分布により求められることを特徴とする請求項 9 または 10 に記載のパーティクル計測方法。

【請求項 13】 処理チャンバー内の大気若しくはガスを真空ポンプにより排気した雰囲気を生成し、その雰囲気内で被処理体に対して、半導体装置製造に関する処理を施す処理装置に搭載されるパーティクル計測装置は、前記処理チャンバーに接続される排気管の途中で前記真空ポンプの前方に気密に取り付けられ、回動機構を有するセンサマニホールド部と、前記センサマニホールド部に取り付けられ、前記排気管

の径方向に移動可能な駆動機構を有するレーザ照射部と、  
前記レーザ照射部と対向して前記センサマニホールド部に取り付けられ、前記レーザ照射部と正対するように移動可能な駆動機構を有し、照射されたレーザ光を受光するビームストッパー部と、  
前記レーザ光の照射方向に対して略直交するように前記センサマニホールド部に取り付けられ、2次元的に移動可能な駆動機構を有し、該レーザ光がパーティクルにより散乱した光を検出する散乱光検出部と、を具備し、  
さらにシミュレーションにより想定された前記センサマニホールド部内におけるパーティクルの密度が高い領域をレーザ光が通り抜けるように前記レーザ照射部と前記ビームストッパー部の駆動機構を動作させ、該密度が高い領域からの散乱光を検出する位置に前記散乱光検出部を移動させる位置制御部と、  
前記レーザ照射部、前記散乱光検出部を制御し、得られた測定結果を処理する制御処理部と、を具備することを特徴とするパーティクル計測装置。

【請求項14】 前記駆動機構は、駆動源としてモータ又はリニアモータを有することを特徴とする請求項13に記載のパーティクル計測装置。

【請求項15】 前記センサマニホールド部は、磁性流体シールにより回転可能に前記排気管に気密に接続されることを特徴とする請求項13に記載のパーティクル計測装置。

【請求項16】 処理チャンバー内の大気若しくはプロセスガスを真空排気系により排気し半導体装置製造に関する処理を行う処理装置で、前記処理チャンバーで生成されたパーティクルにレーザ光の照射によりパーティクル数を計測するためにレーザ照射部、散乱光検出部、ビームストッパー部を有する装置によるパーティクル計測方法において、

前記処理チャンバーを含みその内部に配置された構成部位に関する情報、前記真空排気系に関する情報及び、前記プロセスガスに関する情報に基づくシミュレーションにより、パーティクルの密度の高い領域を選出するステップと、

前記レーザ照射部が前記シミュレーションに基づくそのパーティクルの密度の高い領域にレーザ光を照射するように位置調整するステップと、

前記密度の高い領域を通過したレーザ光を受光するように前記ビームストッパー部が前記レーザ照射部と対向するように位置調整するステップと、

前記密度の高い領域を通過したレーザ光による散乱光を検出するように前記散乱光検出部の位置調整するステップと、

前記レーザ照射部が前記パーティクルの密度の高い領域にレーザ光を照射するステップと、

前記散乱光検出部が前記密度の高い領域を通過したレー

ザ光の散乱光を検出をするステップと、  
検出された散乱光からパーティクル数を算出するステップとからなることを特徴とするパーティクル計測方法。

【請求項17】 処理チャンバー内の大気若しくはガスを真空排気される状態の処理装置で、前記処理チャンバー内で生成されたパーティクルをレーザ位置調整装置付きパーティクル計測装置でパーティクルを計測する方法において、

シミュレーションにより最適なセンサの取り付け位置を決定し、その取り付け位置情報を前記レーザ位置調整装置の位置制御部にインプットするステップと、プロセス条件を前記レーザ位置調整装置の位置制御部にインプットするステップと、

レーザ照射部、散乱光検出部、ビームストッパー部、センサマニホールド部を位置制御部により、最適位置に調整するステップと、

前記処理チャンバー内で生成されたパーティクルを前記センサで計測するステップとからなることを特徴とするパーティクル計測方法。

【請求項18】 前記処理チャンバーに設けられる排気口は、処理チャンバー壁の任意の箇所に設けられ、この排気口に繋がる排気管は、上下方向や横方向又は斜め方向のいずれかに配管され、それぞれの排気方向に対するパーティクル軌跡のシミュレーションを行うことを特徴とする請求項9または10に記載のパーティクル計測方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体ウエハに対してガスを用いて成膜する処理装置に搭載され、この処理装置から排気された排気ガスに含まれるパーティクルの数を計測するパーティクル計測装置に関する。

【0002】

【従来の技術】一般に、半導体集積回路の製造する場合、被処理体となる半導体ウエハ（以下、ウエハと称する）に対して、膜堆積（CVD）工程、熱酸化及び不純物拡散工程、エッチング工程、成膜（スパッタリング）工程、熱処理工程等の各製造工程において、種々の処理装置による処理が施されている。膜成長工程においては、例えばCVD（chemical vapor deposition）装置を用いて、ウエハ表面に絶縁層や絶縁膜として、シリコン酸化膜（ $\text{SiO}_2$ ）、シリコンナイトライド（ $\text{Si}_3\text{N}_4$ ）等の薄膜を堆積する。また、配線パターンや凹部の埋め込みとしては、タングステン（W）、タングステンシリサイド（ $\text{WSi}_2$ ）、チタン（Ti）、チタンナイトライド（ $\text{TiN}$ ）、チタンシリサイド（ $\text{TiSi}_2$ ）等の薄膜が堆積される。

【0003】これらの処理装置によりそれぞれの処理を行なう場合、製品の歩留り低下の原因となるパーティク

ルの発生は極力避けなければならない。そのため、処理チャンバー内のパーティクル発生状況をリアルタイムでモニタするため、或いは処理チャンバーのクリーニングのタイミング時期を知るため等の理由より、処理装置にパーティクル計測装置が取り付けられている。特に、CVD装置やスパッタリング装置等の成膜処理装置にあっては、これまでの成膜時に処理チャンバーの内壁やそのチャンバー内に配置された部品表面に付着した不要な膜が次の成膜時に剥がれるなどして、パーティクルが発生し易いので、成膜中のパーティクルの量をモニタすることは重要であった。

【0004】従来のパーティクル計測装置を有する処理装置の一例について、図18を参照して説明する。ほぼ円筒体状の処理チャンバー2の内部には、ウエハWを載置するための載置台4と、チャンバー底部に石英ガラス製の透過窓6とが設けられている。この透過窓6の下方には、回転台8上に設けた複数の加熱ランプ10が配置されており、この加熱ランプ10から照射された加熱用光は、透過窓6を透過して、載置台4上のウエハWを加熱する。また、この載置台4に対向するチャンバー天井部には、処理チャンバー2内へ成膜ガス等の処理ガスを導入するためのシャワーヘッド部12が設けられている。また、処理チャンバー2の底部周辺部には、略均等な間隙で配置された4つの排気口14（図示例では2つのみ表す）が設けられており、この各排出口14には下方向へ延びる排気管16が接続されている。

【0005】それぞれの排気管16の排出側は、1つに集合するように大口径の集合管20の吸入側に接続されている。この集合管20内部には、圧力調整用のバタフライバルブ18が設けられている。また、この集合管20の排出側には真空ポンプ22が設けられており、さらに、この真空ポンプ22の排出側に比較的径が大きい主排気管24が接続される。この真空ポンプ22により処理チャンバー2内の大気やガス等を排気する。この主排気管24の途中には、排気ガス中に含まれるパーティクル数をカウントするためのパーティクル計測装置26が設けられている。

【0006】図19は、上記パーティクル計測装置26を設けた主排気管24の断面構成を示す図である。このパーティクル計測装置26は、レーザ光Lを発射するレーザ光照射部28と、照射されたレーザ光Lを吸収するストッパ部材32が主排気管24の中心Oを通るように対向して配置されている。また、レーザ光Lの照射途中で、そのレーザ光LがパーティクルPに当たることによって発生した散乱光SLを検出する散乱光検出部30が主排気管24中心に向かって配置されている。このような配置により、パーティクル測定の際には、レーザ光照射部28から照射されたレーザ光Lが主排気管24内を移動するパーティクルPに当たった時に発生する散乱光SLを散乱光検出部30で検出することにより、排気ガ

ス中のパーティクル数をカウントしている。

#### 【0007】

【発明が解決しようとする課題】前述した従来の処理装置においては、処理チャンバー2からの排気管16を集合させた真空ポンプ22の排出側となる主排気管24にパーティクル計測装置26を設けている。勿論、排気により処理チャンバー2からパーティクル計測装置26までの排気管内壁や真空ポンプやバルブの羽根にも生成物などの異物が付着する。このため、これらの付着した異物が不定期的に剥がれて、新たにパーティクルとして発生する。この不定期的に発生するパーティクルが、実際に処理チャンバー2内で発生して排気されてくるパーティクルに加算されているため、処理チャンバー2内で発生したパーティクルを正確に把握できないという問題があった。

【0008】さらに、真空ポンプ22の排出口近傍における排気管内では、排気ガスが渦巻いている。そのため、同一のパーティクルが幾度もレーザ光を横切ることとなり、複数回カウントされてしまうことがあった。このように、本来的には処理チャンバー2内の実際のパーティクル数とパーティクル計測装置26の計測によるカウント数とは、強い相関関係があるべきであるが両者の相関関係は非常に低くなっている。このようなパーティクル計測装置では正確に処理チャンバー2内のパーティクル発生状況を把握することは困難であった。

【0009】そこで本発明は、処理チャンバーで発生し排出されたパーティクルを正確にカウントすることにより、高い相関関係からパーティクル発生状況を把握することができるパーティクル計測装置及びその計測方法を提供することを目的とする。

#### 【0010】

【課題を解決するための手段】請求項1に規定する発明は、被処理体に対して所定の処理を施す処理ユニットと、この処理ユニットの処理チャンバー内の雰囲気真空ポンプにより排気する排気系と有する処理装置に搭載され、前記処理チャンバーの排気口と前記真空ポンプとを連絡する前記排気系の一部をなす排気管に設けられ、前記処理チャンバー内から排気された排気ガス中のパーティクル数を計測するパーティクル計測装置である。

【0011】これにより、処理チャンバーとパーティクル測定装置との間に余計な構成部位が含まれなくなるため、正確なパーティクル計測が可能となり、処理チャンバー内の実際に発生するパーティクル量とパーティクル計測装置による計測値との相関関係を高くすることができると。

【0012】請求項2に規定するように、例えば前記パーティクル計測装置は、前記排気管の断面中心点と、前記処理チャンバーの中心を上下方向に通る中心軸とを結ぶ線分に沿うように前記排気管内にレーザ光を照射するレーザ光照射部と、前記レーザ光の照射方向に対して略

直交する方向に設けられてパーティクルからの散乱光を検出する散乱光検出部とにより構成される。これによれば、パーティクルの密度が高い部分にレーザ光を照射できるため、上記相関関係を一層高くすることが可能となる。

【0013】請求項3に規定するように、例えば前記散乱光検出部の中心は、前記排気管の断面中心点よりも、前記処理チャンバーの中心を上下方向に通る中心軸が位置する方向に対して反対方向へ所定の距離だけオフセットした点に向けられるように設定されている。これによれば、パーティクルの密度の高い部分に散乱光検出部の中心を向けることができるので、上記相関関係を一層高くすることが可能となる。

【0014】請求項4に規定するように、前記パーティクル測定装置は、前記排気管の断面中心点よりも、前記処理チャンバーの中心を上下方向に通る中心軸が位置する方向に対して反対方向へ所定の距離だけオフセットした点を通過するようにレーザ光を照射するレーザ光照射部と、前記レーザ光の照射方向に対して略直交する方向に設けられてパーティクルからの散乱光を検出する散乱光検出部とにより構成される。これによれば、パーティクルの密度の高い部分にレーザ光を照射できるので、上記相関関係を一層高くすることが可能となる。請求項5に規定するように、例えば前記オフセットされる所定の距離の最大値は、前記排気管の半径の0.75倍とするのがよい。

【0015】請求項13に規定する発明は、処理チャンバー内の大気若しくはガスを真空ポンプにより排気した雰囲気を生成し、その雰囲気内で被処理体に対して、半導体装置製造に関する処理を施す処理装置に搭載されるパーティクル計測装置は、前記処理チャンバーに接続される排気管の途中で前記真空ポンプの前方に気密に取り付けられ、回動機構を有するセンサマニホールド部と、前記センサマニホールド部に取り付けられ、前記排気管の径方向に移動可能な駆動機構を有するレーザ照射部と、前記レーザ照射部と対向して前記センサマニホールド部に取り付けられ、前記レーザ照射部と正対するように移動可能な駆動機構を有し照射されたレーザ光を受光するビームストッパー部と、前記レーザ光の照射方向に対して略直交するように前記センサマニホールド部に取り付けられ、2次元的に移動可能な駆動機構を有し、該レーザ光がパーティクルにより散乱した光を検出する散乱光検出部とで構成され、さらにシミュレーションにより想定された前記センサマニホールド部内におけるパーティクルの密度が高い領域をレーザ光が通り抜けるように前記レーザ照射部と前記ビームストッパー部の駆動機構を動作させ、該密度が高い領域からの散乱光を検出する位置に前記散乱光検出部を移動させる位置制御部と、前記レーザ照射部、前記散乱光検出部を制御し、得られた測定結果を処理する制御処理部とを備えるパーティク

ル計測装置である。

【0016】請求項16に規定する発明は、処理チャンバー内の大気若しくはプロセスガスを真空排気系により排気し半導体装置製造に関する処理を行う処理装置で、前記処理チャンバーで生成されたパーティクルにレーザ光の照射によりパーティクル数を計測するためにレーザ照射部、散乱光検出部、ビームストッパー部を有する装置によるパーティクル計測方法において、前記処理チャンバーを含みその内部に配置された構成部位に関する情報、前記真空排気系に関する情報及び、前記プロセスガスに関する情報に基づくシミュレーションにより、パーティクルの密度の高い領域を選出するステップと、前記レーザ照射部が前記シミュレーションに基づくそのパーティクルの密度の高い領域にレーザ光を照射するように位置調整するステップと、前記密度の高い領域を通過したレーザ光を受光するように前記ビームストッパー部が前記レーザ照射部と対向するように位置調整するステップと、前記密度の高い領域を通過したレーザ光による散乱光を検出するように前記散乱光検出部の位置調整するステップと、前記レーザ照射部が前記パーティクルの密度の高い領域にレーザ光を照射するステップと、前記散乱光検出部が前記密度の高い領域を通過したレーザ光の散乱光を検出をするステップと、検出された散乱光からパーティクル数を算出するステップとからなるパーティクル計測方法である。

【0017】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実施形態について詳細に説明する。図1は、本発明の第1の実施形態に係るパーティクル計測装置を搭載する処理装置の構成例を示す図である。本実施形態では、処理装置として、被処理体となる半導体ウエハ（以下、ウエハと称する）に対して成膜処理を施すCVD装置を一例にとって説明する。勿論、他にもスパッタリング装置やエッチング装置等の処理装置についても同様に適用できる。

【0018】このCVD装置40は、大別して、ウエハWに対して成膜ガスによる成膜処理を行う処理ユニット42と、この処理ユニット42内の大気や成膜ガスを排気する排気系44とで構成され、この排気系44を流れる排気ガス中のパーティクル数を計測するパーティクル計測装置46が搭載されている。このパーティクル計測装置46は、制御・処理部41により制御され、演算処理等を行う。また、処理結果やシミュレーションに用いる数式や種々のパラメータを表示するための表示部43が設けられている。この制御・処理部41は、処理装置全体を制御するシステム制御部に組み込まれていてもよいし、別個であってもよい。

【0019】この処理ユニット42は、例えばアルミニウム（A1）等により円筒状或いは箱状に成形された処理チャンバー48を有している。この処理チャンバー4

8内には、処理チャンバー底部から上方に延びる円筒状のリフレクタ50を配置し、さらに、このリフレクタ50上にウエハWを装着する載置台52が取り付けられている。このリフレクタ50は、熱線反射性の材料として例えば、アルミニウムにより形成されており、また載置台52は厚さ1mm程度のカーボン素材や窒化アルミニウム(A1N)等のアルミニウム合金等により形成されている。

【0020】この載置台52の下方には、同時に上下移動する複数本、例えば3本のリフトピン54(図示例では2本のみ示す)が配置されており、図示しない駆動系により、リフトピン54を載置台52に設けたリフトピン穴58を通り抜けてウエハWを下面から持ち上げるようになっている。このウエハWは、これらのリフトピン54にリフトアップされ、図示しないアーム等を有する搬送機構との受け渡しにより、処理チャンバー内外への搬送が行われている。また載置台52の周縁部には、ウエハ表面に堆積する膜の面内均一性を保証するリング状のシールドリング60が設けられている。

【0021】さらに、載置台52直下の処理チャンバー底部には、石英等の熱線透過材料よりなる透過窓62がチャンバー内を気密するように設けられている。さらにその下方には、透過窓62を囲むように箱状の加熱室64が設けられている。この加熱室64内には、加熱源として複数個の加熱ランプ66が反射鏡も兼ねる回転台68上に取り付けられている。この回転台68は、回転軸によりモータ70へ連結されており、モータ70の回転に従い回転される。この回転により、ウエハWへの加熱を均一的に行うことができる。

【0022】この加熱ランプ66より放出された加熱用光は、透過窓62を透過して載置台52の下面側から照射して、ウエハW裏面を加熱する。尚、加熱源としては、加熱ランプ66に換わって、載置台52に抵抗加熱ヒータを埋め込んでよいし、加熱したガス等の熱媒体を載置台52に吹き付ける加熱方法でもよい。また載置台52と対向する処理チャンバー天井部には、成膜ガス等の処理ガスを処理チャンバー48内へ導入するための多数のガス噴射孔78を有するシャワーヘッド部72が設けられている。このシャワーヘッド部72は、例えばアルミニウム等により円形箱状に成形され、図示しないガス導入系に接続してガス供給を行うためのガス導入口76が設けられている。また、載置台52の外周側には、多数の整流孔80を有するリング状の整流板82が、環状に成形された支持コラム84により上下方向で支持されている。この整流板82の下方のチャンバー底部には、複数の排気口86が設けられる。

【0023】図2には、図1のA-Aにおける処理チャンバー内の透過窓と排気口との位置関係を示す平面図である。この図2に示すように、本実施形態では、排気口86が底部周辺部に沿って略均等な間隔で4つ配置され

ており、各排気口86には排気ポート88が設けられている。そして、この排気ポート88は、図示しないカップリングによりガasketを介在させて排気系44の一部となる各排気管90へ気密に接続される。これらの排気管90は、立ち上がり部分が直管形状となっており、排出側が1つに集合されて比較的直径が大きい集合管94に接続される。この集合管94内には、処理チャンバー48内の圧力を調整するために例えばバタフライバルブ96が設けられている。この集合管94の排出側には、ターボモリキュラポンプ等の真空ポンプ98が接続され、さらにこの真空ポンプ98の排出側には、比較的直径が大きい主排気管100が接続される。チャンバー内の大気や成膜ガス等は、この真空ポンプ98でチャンバーから主排気管100を通じて外部へ排出される。

【0024】そして、このようなCVD装置の4つの排気管90のうちの1本或いは複数本の途中にそれぞれ、パーティクル計測装置46を取り付けている。次に、この実施形態のCVD装置による成膜処理について説明する。まず、処理チャンバー48の側壁に設けたゲートバルブGを開いて図示しない搬送アームにより処理チャンバー48内にウエハWを搬入し、上昇されたリフトピン54にウエハWを受け渡す。そして、リフトピン54を降下させてウエハWを載置台52上に載置した後、搬送アームを退去させてゲートバルブGを閉じる。その後、処理チャンバー48内の大気を排気系44で排気する。

【0025】次に、図示しない処理ガス源から処理ガスとして、例えば、WF<sub>6</sub>(原料ガス)、SiH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>、Ar等のガスをシャワーヘッド部72へ所定量ずつ供給して混合し成膜ガスとして、ガス噴射孔78から処理チャンバー48内へ略均等に供給する。この供給された成膜ガスも各排気口86から排気系44側へ吸引排気されて、処理チャンバー48内を所定の真空度に設定される。且つ回転台68を回転させながら加熱ランプ66を発光させて、載置台52の裏面側からウエハWに加熱用光を照射して、ウエハWを迅速に所定の温度まで昇温させて維持する。

【0026】このような処理チャンバー48内の雰囲気において、成膜ガスは所定の化学反応が生じ、例えばタングステンシリサイドがウエハW表面に堆積する。また、処理チャンバー48内の成膜ガスは、排気ガスとして各排気口86から排気管90内を流下して集合管94内で全て合流し、更に、バタフライバルブ96で圧力調整されながら真空ポンプ98を通過して、主排気管100より系外へ排出される。ここで、排気ガス中に含まれるパーティクル数は、パーティクル計測装置46により計測される。

【0027】次に、パーティクル計測装置46について説明する。このパーティクル計測装置46は、図3に示すように、非常に細いビーム状のレーザ光Lを照射するレーザ素子を有するレーザ光照射部102と、排気管9



0の中心軸91を通してレーザ光照射部102と対向する側に配置されるストッパ部材104と、レーザ光Lの照射方向に対して略直交する方向の管壁に設けられた受光素子等よりなる散乱光検出部106とで構成される。ここで、前記レーザ素子は、小型化されたGaAlAs等の半導体レーザ素子を用いており、その出力は数W～数十Wの出力のものが適正である。

【0028】このレーザ光照射部102は、照射するレーザ光Lがチャンバー中心軸92とこの排気管90の中心軸91（図1参照）の断面中心点Oを結ぶ線分に沿うように管壁に設けられている。また、照射されたレーザ光Lが断面中心点Oを通過してチャンバー中心軸92の位置する方向に向かうのであれば、照射方向はどの方向でもよい。但し、散乱光検出部106との相対的な位置関係は維持される。そして、ストッパ部材104は、レーザ光Lを吸収することにより、レーザ光Lが排気管90内への例えば乱反射が発生しないようにしている。

【0029】そして、図3に示すようにレーザ光Lの照射方向に対して略直交する方向の管壁には、例えば受光素子等よりなる散乱光検出部106が設けられており、排気ガス中に含まれるパーティクルP（108）にレーザ光Lが照射されることにより発生する散乱光SLを受光し得ようになっている。尚、後述するように散乱光検出部106の中心は、断面中心点Oに向かわず、図3に示すようにオフセットされたオフセット距離H3に配置される。排気管90へのパーティクル計測装置46の取り付け位置H2は、図4に示すようなフローチャートに従ったコンピュータシミュレーションを行い、決定する。以下、その一例について説明する。

【0030】まず、処理装置の概要を計画する。具体的には、チャンバー容量、排気能力、成膜用ガス種、ガス供給系、排気管長及びその径などの基礎的な装置設計（プロセス条件）を決定する。次に、後述する数値シミュレーションにより、パーティクル計測装置46の取り付け距離H2やオフセット距離H3を算出して、実際の処理装置に搭載する試作を行い、パーティクル計測を実測する。この実測による評価において、シミュレーション結果と異なる場合や求められた性能が得られなかった場合には、その結果に基づく修正や最適化を基礎的な装置設計に対して行う。即ち、パーティクル計測装置46の取り付け位置等の変更を含む設計見直しを行う。

【0031】また、実測による評価がよければ、パーティクル計測装置46の取り付け位置やオフセット位置等を製造ライン上の製品（処理装置）に反映させる。次に、図5に示すフローチャートを参照して、数値シミュレーションについて説明する。まず、計算用のコンピュータソフトウェア（例えば、フルーエントアジアパシフィック社製GAMB I T）を用いて、計算モデル（メッシュモデル）を作成し、例えば、フルーエントアジアパシフィック社製F L U E N Tを用いて、前述した様な基

礎的な装置設計（プロセス条件）に基づく、境界条件

（例えば、排気管の壁面温度や圧力、排気するガスの種類等）を設定した計算式を作成する。そして、その計算を実行させる。その算出結果を実機（試験機）に反映させて、即ち、算出された位置にパーティクル計測装置46の取り付け評価を行う。この評価がよければ、生産機的设计へ適用する。

【0032】このようなシミュレーションにより、本実施形態においては、例えば、NW40の排気管90において、垂直方向の長さH1を例えば430mmとした場合、排気口86からパーティクル計測装置46までの取り付け距離H2が例えば、130mm程度の所が最適としてしている。勿論、このシミュレーションによれば、チャンバー内に構成部位の配置及び形状、排気口の形状及びその取り付け位置、排気管形状等により、異なる結果が得られることは当然であり、本実施形態に示す取り付け位置は、その一例である。パーティクル計測装置46の取り付け位置が最適とされる条件としては、処理チャンバーの排気口部分に可能な限り近いこと、処理チャンバーで発生する光、例えば、加熱用光（加熱源がランプヒータの場合）やプラズマ光等のまわり込みが無いこと、取り付けるために周辺にスペースがあること、排気管内でパーティクルが拡散せずに比較的密度の高い部分であることである。

【0033】特に、排気される成膜ガスは、ガス種（粒子の径や重さ）、排気管の引き廻し形状、排気管径、排気速度及び重力の影響により排気管内におけるガスの流れの密度が異なるため、必ずしも排気管の中心がパーティクル密度が高いわけではない。以下、この点について説明する。排気管90内を流れる排気ガス中のパーティクルは、ガス中に均等に分散するのではなく、処理チャンバー48の中心軸92から遠ざかる方向に偏在する傾向にある。この理由は、シャワーヘッド部72より処理チャンバー48内に供給された成膜ガスは、下方へ流下しつつそのまま容器周辺部に拡散して各排気口86へ吸引されて排気管90を流下することになるが、パーティクルには拡散方向、すなわち処理チャンバー48の半径方向外方へ向かう慣性力がそのまま作用しているからであると思われる。

【0034】従って、排気管90中を流下する排気ガス中のパーティクルは、図6中において中心軸92から遠ざかる方向に偏在することとなり、図3中ではパーティクル密度が最も高い点が断面中心点Oよりも下方へオフセット距離H3程度移動することになる。例えば、図6は、前述したシミュレーションを行なった時の処理チャンバー内と排気管のモデルを示す一例である。図中において、シャワーヘッド部72から噴射した成膜ガスがウエハWの表面に当たってその周囲に拡散し、各排気口86を介して排気管90内を流下して行く。ここでは、排気管90の長さH1を40cmとし、その下端よりも距

離H5が30cmの位置の断面のパーティクル分布を見ている。また、排気管90の内径は40mmである。

【0035】この例では、成膜ガスが排気管90を流下する際に、処理チャンバー48の外周方向へ向かう慣性力がそのまま作用して流下しているため、排気管内では、処理チャンバーの外側への密度が高くなると想定される。本実施形態では下方向に配管した例であるが、勿論、限定されるものではなく、この排気管の取り付け位置により排気管が上方向や横方向又は斜め方向に配管される場合もあり、排気方向はそれぞれに異なっている。それぞれにシミュレーションを行うものとする。

【0036】従って、図3に示すように、散乱光検出部106の検出方向中心は、排気管断面中心点Oよりも、チャンバー中心軸92から外側方向に所定のオフセット距離H3だけ移動させた点P（この点Pは、後述するようにパーティクル密度が略最も高くなる点である）に向けられる。この場合、散乱光検出部106の指向性は、ある程度の開き角 $\theta$ を有しているが、オフセット位置H3だけ移動させて配置することにより、パーティクルの密度が略最も高い領域を検出することができる。このオフセットされるオフセット距離H3の最大値は、プロセス条件にもよるが後述するように排気管90の半径の0.75倍程度であり、従って、散乱光検出部106の中心を、断面中心点Oから距離H3で示される点108までの範囲内の領域の一点に向けるように設定することになる。

【0037】ここでは、例えば8インチウエハを処理する処理チャンバー48内の直径が440mm程度、排気管46の内径H4を40mm程度とすると、オフセット距離H3は10mm程度に設定される。以上のことから、本実施形態では、このパーティクル計測装置46は真空ポンプ98よりも上流側の排気管90に設けてあることから、処理チャンバー48とパーティクル計測装置46の取り付け位置との間のガス流路距離が短くなるため、余分なパーティクルを検出することなく、図3に示すようにレーザ光LがパーティクルPに照射されることによって発生する散乱光SLを散乱光検出部106によって正確に捉えることができる。

【0038】従って、処理チャンバー48内の実際のパーティクル量と高い相関関係でパーティクル数をモニタすることができる。本実施形態では、図3に示すように、レーザ光照射部102から照射されたレーザ光Lは、パーティクルが最も集まる傾向にある領域を通過して、しかも、パーティクル密度が最も高くなる点Pを通過して照射されており、更に、散乱光検出部106の中心は、パーティクル密度が最も高くなる点Pに向けられているので、密集したパーティクルに対して効率的にレーザ光Lを照射することができる。しかも、発生した散乱光SLを効率的に検出することができる。

【0039】図7は、処理チャンバー内の実際のパーテ

ィクル数と本実施形態のパーティクル計測装置により計測したパーティクル数との相関関係を示すグラフである。ここでは測定可能なパーティクルの径は $0.2\mu\text{m}$ 以上であり、処理チャンバー内のパーティクル数は、処理チャンバー42内に設置したモニタウエハ表面のパーティクル数を計測することにより求めた。また、プロセス圧力は $0.7\text{Torr}$  ( $93.3\text{Pa}$ ) である。このグラフから明らかなように、両者の相関係数R2は、 $0.6894$ であり、かなり高い値を得ることができる事が判明した。従って、処理チャンバー48内の実際のパーティクル量と更に高い相関関係でパーティクル数を検出することが可能となる。この場合、散乱光検出部106の指向性はある程度の開き角 $\theta$ を有しているので、散乱光検出部106の中心を、点Pから外れた点、例えば断面中心点Oに向けても高い相関関係でパーティクル数を検出することができる。

【0040】これらのシミュレーションとして、図8(a)乃至(c)は、処理チャンバー42内の圧力が $0.7\text{Torr}$  ( $93.3\text{Pa}$ )、成膜温度が $520^\circ\text{C}$ 時の排気管内のパーティクル分布を示し、図9(a)乃至(c)は処理チャンバー42内の圧力が $4.5\text{Torr}$  ( $599.8\text{Pa}$ )、成膜温度が $580^\circ\text{C}$ の時のパーティクル分布を示している。ここでは、成膜ガスとして共にWF<sub>6</sub>、SiH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>、Arを流している。尚、各図において、処理チャンバー中心軸92が位置する方向は、上方に設定されている。図8(a)乃至(c)に示すように圧力が $0.7\text{Torr}$  ( $93.3\text{Pa}$ ) の場合には、パーティクルは、処理チャンバー中心軸92の位置する方向に対して反対方向（図中、下方）に比較的多く集まっており、特に、排気管の断面中心点Oよりも下方、即ち、処理チャンバー中心軸92よりも遠ざかる方向に位置している。

【0041】この傾向は、パーティクルの粒径が $0.2\mu\text{m}$  [図8(a)]、 $0.5\mu\text{m}$  [図8(b)] 及び $1.0\mu\text{m}$  [図8(c)] の場合も同じである。この時、排気管の断面中心点Oとパーティクル密度が最高となる点110との間の距離は、略10mm程度である。また、図9(a)乃至(c)に示すように圧力が $4.5\text{Torr}$  ( $599.8\text{Pa}$ ) の場合にもパーティクルは処理チャンバー中心軸92の位置する方向に対して反対方向（図中、下方）に比較的多く集まっており、特に、排気管の断面中心点Oよりも下方、すなわち処理チャンバー中心軸92よりも遠ざかる方向に位置している。この傾向は、パーティクルの粒径が $0.2\mu\text{m}$  [図9(a)]、 $0.5\mu\text{m}$  [図9(b)] 及び $1.0\mu\text{m}$  [図9(c)] の場合も同じである。この時、断面中心点Oとパーティクル密度が最高となる点112との間の距離は、略15mm程度である。すなわち、パーティクル密度の中心点は、図8(a)乃至(c)に示す場合よりも、図中、僅かに下方へ移行している。

【0042】尚、各シミュレーションは、 $WSi_2$ 、C、Alの各パーティクル材料について行なったが略同じような分布を示した。このように、プロセス条件にもよるが、排気管90の断面中心点Oと、これよりも図中下方へ最大15mm程度離れた点で挟まれる領域内にパーティクル高密度領域が存在し、その領域内に散乱光検出部106（図3参照）の中心を向けるようにすれば、散乱光を効率的に検出できる。ここで、最大距離15mmは、排気管90の直径を40mm（半径は20mm）とすると、その半径の0.75倍に相当するものである。

【0043】尚、本実施形態では、レーザ光照射部102から放射されるレーザ光Lは、排気管90の断面中心点Oを通して処理チャンバー中心軸92の方向へ向かうように設定されたが、これに限定されず、レーザ光Lがパーティクル密度が高くなる領域を通過するように設定すれば、レーザ光Lはどのような方向でもよい。例えば、図10に示すように、レーザ光照射部102を、排気管90の断面中心点Oよりも、処理チャンバー中心軸92が位置する方向に対して反対方向へ所定のオフセット距離H6だけ移動した点Pをレーザ光Lが通過するようにレーザ光照射部102を設ける。ここでは、レーザ光Lの照射方向は、断面中心点Oから処理チャンバー中心軸92に向かう方向に対して略直交する方向に沿っている。そして、散乱光検出部106は、レーザ光Lの照射方向に対して略直交する方向に設置されており、また、その中心はパーティクル密度が高い点Pに向けている。尚、前述したようにオフセット距離H6は、“0”からその最大値は排気管の半径の0.75倍であり、ここでは例えばオフセット距離H6は12mm程度に設定されている。

【0044】また、レーザ光Lの照射方向は、断面中心点O（91）と点P（114）との間の領域を通るならば、その方向は特に限定されず、例えば図11に示すように図10に示す方向に比較して斜め方向からレーザ光Lを照射するようにしてもよい。ここで、図10に示すパーティクル測定装置の一例に基づいて、パーティクル数測定の評価を行なったので、その結果を図12、17を参照して説明する。図12は、図10に示した本実施形態によるパーティクル測定装置において排気管内のパーティクル密度の高い部分（点P）にレーザ光を通した時のパーティクル数測定の評価結果を示すグラフであり、図17は、図18に示した従来のパーティクル測定装置において、排気管90にレーザ光を通した時のパーティクル数測定の評価結果を示すグラフである。ここでは、共に直径が $0.23\mu m$ 以上のパーティクルについて測定している。

【0045】図12に示すように本実施形態によれば、相関関係R2は0.7864となり、非常に高い良好な値を示している。これに対して、図17に示すように従

来のパーティクル測定装置によれば、相関関係R2は0.0031となって非常に低い値を示している。本実施形態のようにパーティクル密度の高い部分にレーザ光を通した場合には相関係数を大幅に改善できることが判明した。尚、ここでは、ランプ加熱式の成膜装置を例にとって説明したが、これに限定されず、抵抗加熱式やプラズマを用いた成膜装置、或いは成膜装置以外の酸化拡散、エッチング、アニール等の各種の処理装置も、さらに処理装置に設けられるロードロック等の真空排気系においても本発明を適用できるのは勿論である。また、被処理体としては、半導体ウエハに限定されず、LCD基板、ガラス基板等にも適用できる。

【0046】以上説明したように、本発明の処理装置によれば、次のように優れた作用効果を発揮することができる。本発明によれば、パーティクル計測装置を真空ポンプよりも上流側の排気管に設けるようにしたので、処理チャンバーとパーティクル計測装置との間のガス流路距離が非常に短くなる。従って、従来の処理装置とは異なって配管の壁や真空ポンプの羽根、壁等から剥がれ落ちる異物を計測することがなくなり、処理チャンバー内の実際のパーティクル数とパーティクル計測装置の計測値との相関関係を高くすることができる。また、レーザ光の照射方向を、排気管の断面中心点と処理チャンバー中心軸とを結ぶ方向に沿うように設定すれば、パーティクルの密度の高い部分にレーザ光を照射することができるのでパーティクル量を正確に捉えることができ、上記相関関係を一層高くすることができる。

【0047】さらに、散乱光検出部の中心を、排気管の断面中心点よりも所定の距離だけ特定の方向にオフセットさせて設けることにより、パーティクルの密度の高い部分に散乱光検出部の中心を向けることができ、上記相関関係を一層高めることができる。また、排気管の断面中心点よりも所定の距離だけ特定の方向にオフセットした位置にレーザ光を通過するようにすればパーティクル密度の高い部分にレーザ光を照射できるので、上記相関関係を高くすることができる。

【0048】図13には、第2の実施形態として、取り付けられた配管に対して、回動可能なパーティクル計測装置の構成例を示す。図13に示す構成において、図1に示した構成部位と同等の部位には、同じ参照符号を付して、その詳細な説明は省略する。このパーティクル計測装置110は、前述したパーティクル計測装置46と同様に排気管90に取り付けられている。このパーティクル計測装置110は、図14（a）に示すように、レーザ光照射部112と対向する側に配置されると、レーザ光Lの照射方向に対して略直交する方向の管壁に設けられた受光素子等よりなる散乱光検出部116とで構成される。図14（b）は、図14（a）のD-Dの縦断面の構成を示す図である。

【0049】このレーザ光照射部112は、マニホール

ド118の径方向に気密に設けられた透明部材からなるウインドウ120の外側（大気側）に配置され、そのウインドウ120に沿ってガイド機構122が設けられ、モータ若しくはリニアモータを備えるドライバ124によってガイド機構120内を移動される。このマニホルド118は、ステンレス、アルミニウム、アルミニウム合金、又は、表面がアルマイト処理されたアルミニウムやアルミニウム合金のいずれかにより形成される。またウインドウ120は、石英ガラスや耐食性のあるサファイヤガラス等があり、以下に記載するウインドウについても同様である。

【0050】さらに、ストップ部材114においても、ウインドウ128の外側に配置され、ガイド機構130に沿って常にレーザ光照射部112が照射したレーザ光を受光する位置にモータ若しくはリニアモータを備えるドライバ132により移動される。また、散乱光検出部116においても、マニホルド118に設けられたウインドウ134の外側にレーザ光照射部112によるレーザ光の照射方向と基本的に直交する位置になるように2次元（上下左右の方向）に移動する。尚、パーティクルの密度の高い部分を測定するためにレーザ光とは直交しない位置に移動する場合もある。この散乱光検出部116は、ガイド機構136に囲まれた領域をモータ若しくはリニアモータを備えるドライバ138によりウインドウ134上を2次元に移動される。

【0051】また図13に示すように、このパーティクル計測装置110は、排気管90の径方向に沿って回転するように構成されている。具体的には、真空状態を維持する周知な磁性流体真空シール（magnetic fluid vacuum seal）140を両端のフランジ側に配置して、それぞれ排気管90と回転可能になるようにパーティクル計測装置110を取り付けている。この回転は、回転ドライバ142により行われる。例えば、排気管90側にギヤ歯を設けて、これにかみ合うギヤにモータを連結して、モータの回転に従ってパーティクル計測装置110全体が回転するようにしてもよい。また、マグネットを利用して磁気力による回転をさせてもよい。

【0052】これらのレーザ光照射部112、ストップ部材114、散乱光検出部116の位置調整は、それぞれの部位に図示しない位置センサを設けて検出し、検出された位置信号に従い、位置調整部144が各ドライバを駆動する。また、この位置調整部144には、シミュレーションによるデータを入力して、最適ポイントの検索に役立てることができる。

【0053】例えば、図15には、前述したコンピュータシミュレーションによる粒子分布状態の一例を示し説明する。このシミュレーションは、重力を考慮して、チャンパー内圧力が0.7 Torr (93.3 Pa) でWSiプロセスにおけるWF<sub>6</sub>/DCS/Ar: 4/150/450 sccmのプロセスガスを排気した例であり、集合配

管に接続する屈曲した排気管の中心からの距離H3が300mmの位置におけるデータ結果である。図16に示すように、このシミュレーションのデータを位置調整部144に入力して、各ドライバを駆動する。この例においては、レーザ光照射部112によるレーザ光が粒子（パーティクル）の一番密度が高い領域を通過するようにレーザ光照射部112とストップ部材114を移動させる。また、そのレーザ光と直交する位置に散乱光検出部116を移動させる。

【0054】そして、制御・処理部41は、レーザ光照射部112、散乱光検出部116を制御して、パーティクルに関する測定データを入力して演算処理等を行う。この制御・処理部41は、処理装置全体を制御するシステム制御部に組み込まれていてもよいし、別個であってもよい。処理結果やシミュレーションに用いる数式や種々のパラメータを表示するための表示部43が設けられている。尚、制御・処理部41及び位置調整部144は、ユーザが操作可能な図示しない制御部、例えばパーソナルコンピュータ等を接続して、ソフトウェアによる制御や管理を行うことができる。

【0055】尚、ここで示したシミュレーションにおいて、排気管内の量子分布は、その排気口の形状や排気口前にガスの流れを阻害する、例えば、載置台や排気多孔板などが存在すると、そのガスの流れが排気管内の流れ分布に影響して、粒子密度においても影響を与えている。従って、本実施形態においては、処理装置及び製造プロセスに関するパラメータでシミュレーションを行い、得られたシミュレーションデータに基づき、位置調整部144により自動的にレーザ光照射部112、ストップ部材114及び散乱光検出部116を移動させて、パーティクルの密度の高い部分にレーザ光を照射させてパーティクルを測定することができる。特に、パーティクルの種類、又はそのパーティクルを含む排気ガスの種類や、それらの排気速度に応じてシミュレーションと実測を行い、適正な測定位置を設定することができる。従って、設計時の定点の測定ではなく、そのときの状況に応じた適正な測定点を見いだし測定できる自由度と正確性を実現できる。

#### 【0056】

【発明の効果】以上説明したように、本発明のパーティクル計測装置及びその計測方法によれば、次のように優れた作用効果を発揮することができる。本発明によれば、パーティクル計測装置を真空ポンプよりも上流側の排気管に設けるようにしたので、処理チャンパーとパーティクル計測装置との間のガス流路距離が非常に短くなり、従って、従来装置とは異なって配管の壁や真空ポンプの羽根、壁等から剥がれ落ちる異物を計測することがなくなり、処理チャンパー内の実際のパーティクル数とパーティクル計測装置の計測値との相関関係を高くすることができる。

【0057】また、レーザ光の照射方向を、排気管の断面中心点と処理チャンバー中心軸とを結ぶ方向に沿うように設定すれば、パーティクルの密度の高い部分にレーザ光を照射することができるのでパーティクル量を正確に捉えることができ、上記相関関係を一層高くすることができる。また、散乱光検出部の中心を、排気管の断面中心点よりも所定の距離だけ特定の方向にオフセットさせて設けることにより、パーティクルの密度の高い部分に散乱光検出部の中心を向けることができ、上記相関関係を一層高めることができる。そして、シミュレーションで求めたパーティクル密度の高い部分にレーザ光が照射されるようにレーザ光照射部を移動させ、さらにパーティクル密度の高い部分で発生した散乱光を検出する位置に散乱光検出部を移動させることにより、そのときのパーティクル発生状況に対応し最適な状態でパーティクルを測定することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施形態に係るパーティクル計測装置が搭載される処理装置の構成図である。

【図2】図1に示した処理チャンバー内の透過窓と排気口との位置関係を示す平面図である。

【図3】パーティクル計測装置の取り付け状態を示す図である。

【図4】パーティクル計測装置を搭載する処理装置の製造について説明するためのフローチャートである。

【図5】処理装置へのパーティクル計測装置の取り付け位置を算出するための数値シミュレーションについて説明するためのフローチャートである。

【図6】シミュレーションを行なった時の処理チャンバー内と排気管のモデルを示す図である。

【図7】処理チャンバー内のパーティクル数とパーティクル計測装置で計測したパーティクル数との相関関係を示すグラフである。

【図8】図8(a)乃至8(c)は、本実施形態におけるシミュレーションによるパーティクル分布の第1の例を示す図である。

【図9】図9(a)乃至9(c)は、本実施形態におけるシミュレーションによるパーティクル分布の第2の例を示す図である。

【図10】第1の実施形態におけるパーティクル計測装置の取り付け態様の変形例を示す図である。

【図11】第1の実施形態においてパーティクル計測装置の取り付け態様の他の変形例を示す図である。

【図12】図10に示した実施形態によるパーティクル測定装置において排気管内のパーティクル密度の高い部分(点P)にレーザ光を通した時のパーティクル数測定の評価結果を示すグラフである。

【図13】本発明の第2の実施形態に係るパーティクル計測装置が搭載される処理装置の構成図である。

【図14】図14(a)及び(b)は、第2の実施形態のパーティクル計測装置の詳細な構成を示す図である。

【図15】第2の実施形態におけるシミュレーションにより得られた粒子分布状態の一例を示す図である。

【図16】シミュレーションデータを第2の実施形態に適用した場合のレーザ光照射部とストッパ部材と散乱光検出部の位置関係を示す図である。

【図17】図19に示した従来のパーティクル測定装置において、排気管内にレーザ光を通した時のパーティクル数測定の評価結果を示すグラフである。

【図18】従来のパーティクル計測装置が搭載される処理装置の一実施形態を示す構成図である。

【図19】従来のパーティクル計測装置の取り付け状態を示す図である。

#### 【符号の説明】

40…成膜処理装置(CVD装置)

42…処理ユニット

44…排気系

46…パーティクル計測装置

48…処理チャンバー

86…排気口

90…排気管

92…中心軸

94…集合管

98…真空ポンプ

100…主排気管

104…ストッパ部材

106…散乱光検出部

L…レーザ光

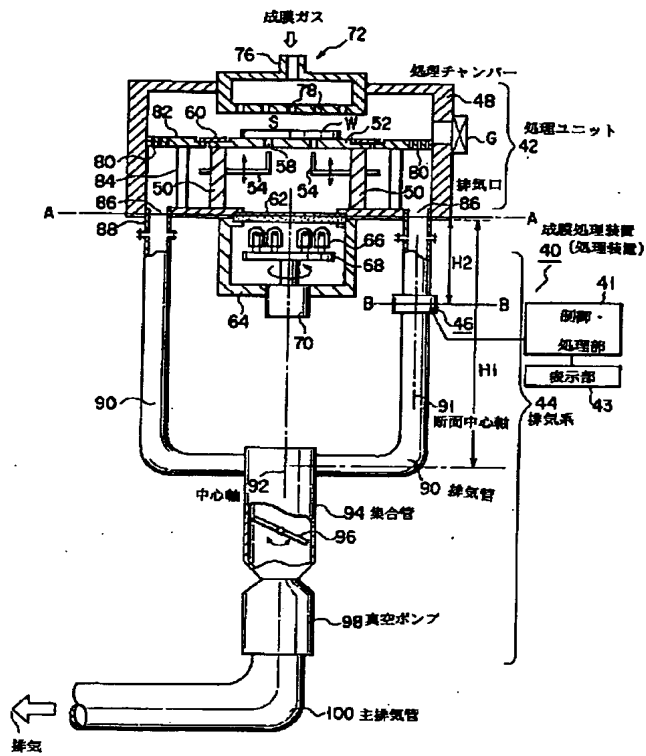
O…断面中心点

P…パーティクル

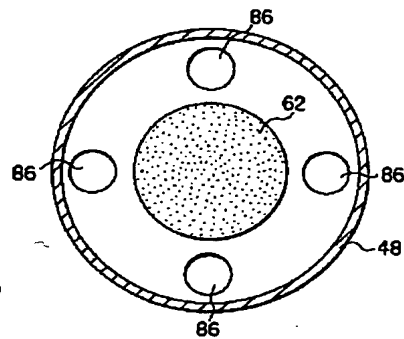
SL…散乱光

W…半導体ウエハ(被処理体)

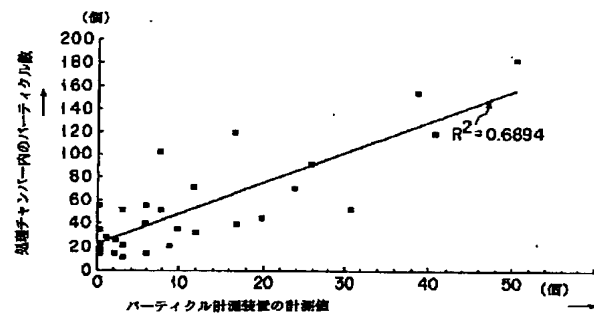
【図1】



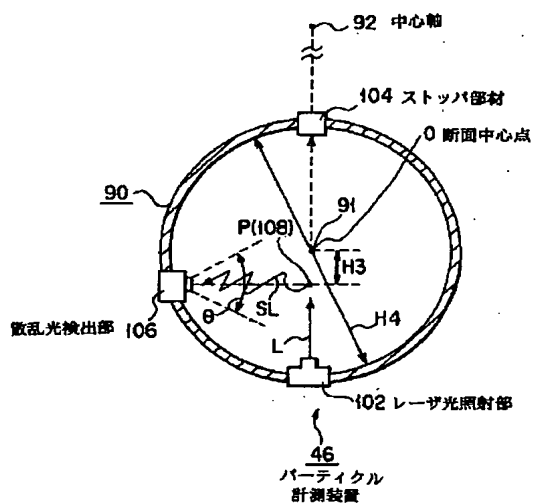
【図2】



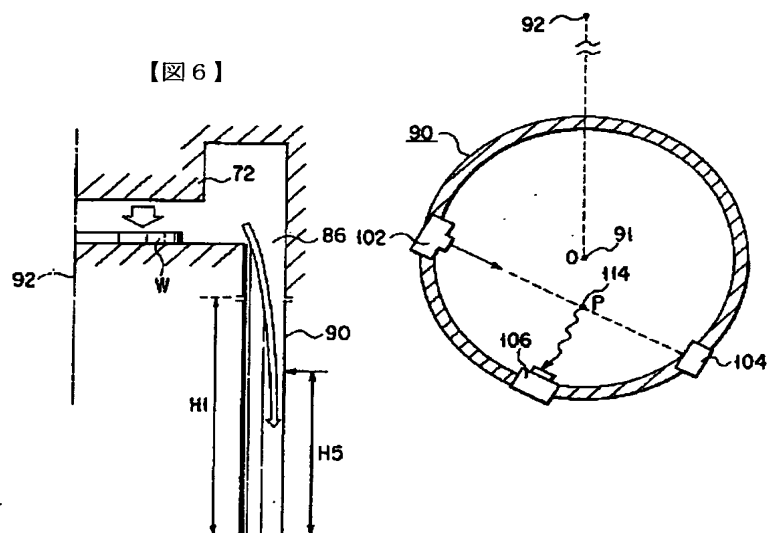
【図7】



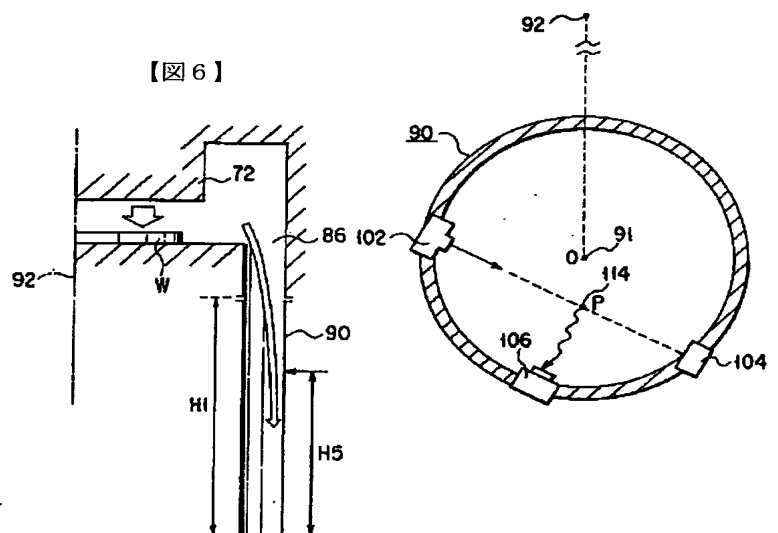
【図3】



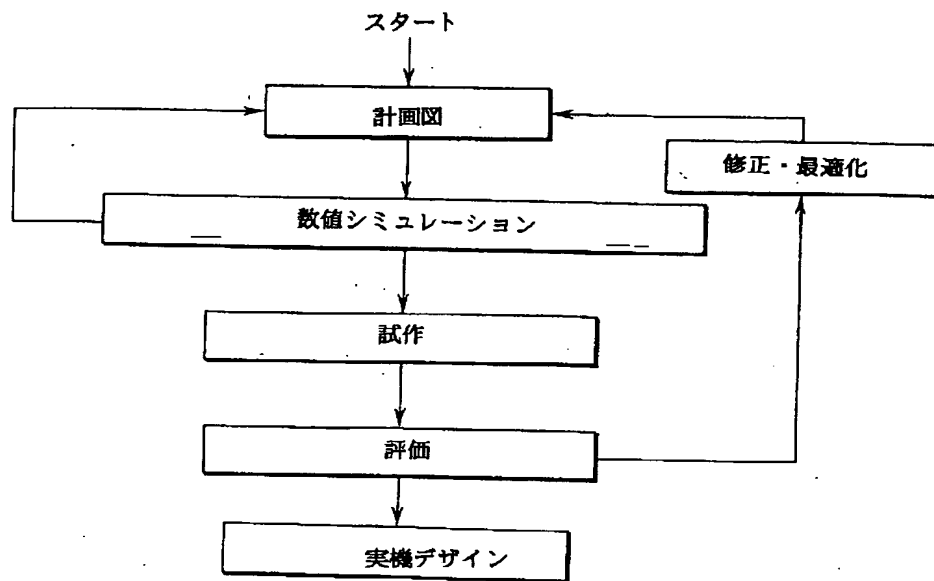
【図6】



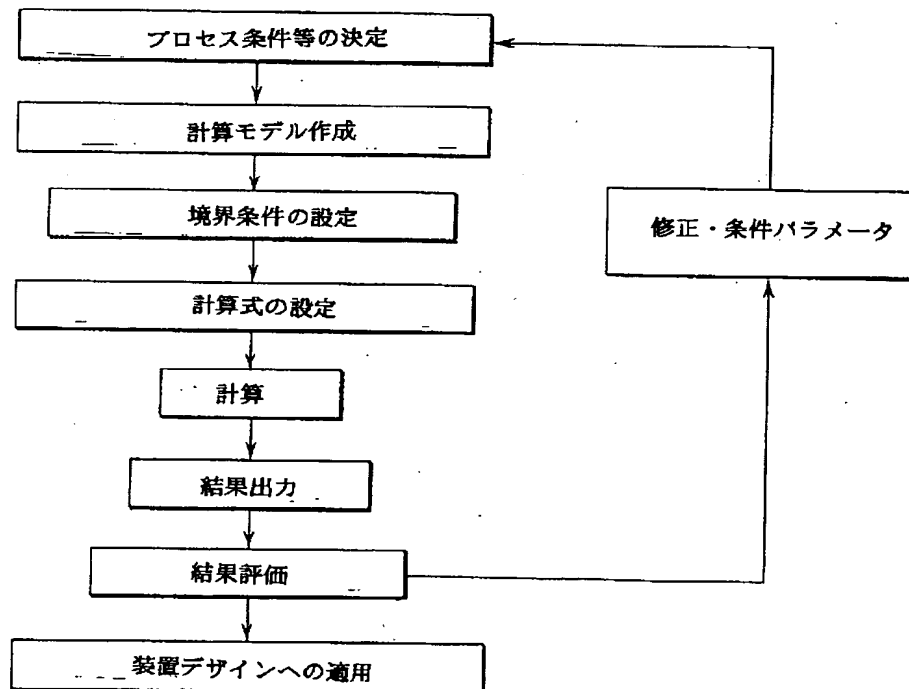
【図11】



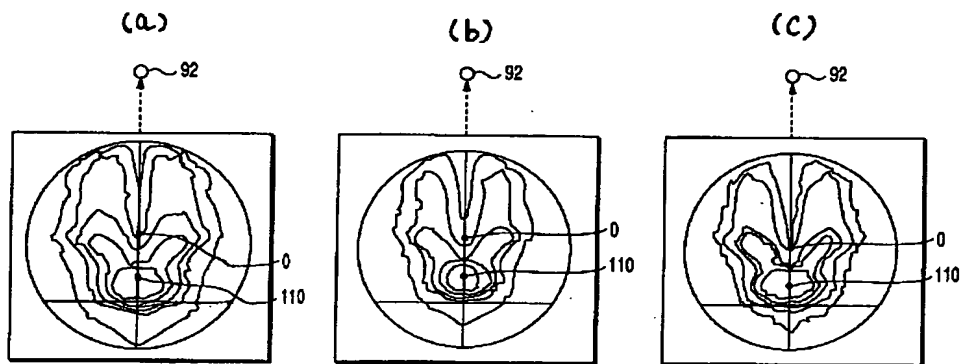
【図4】



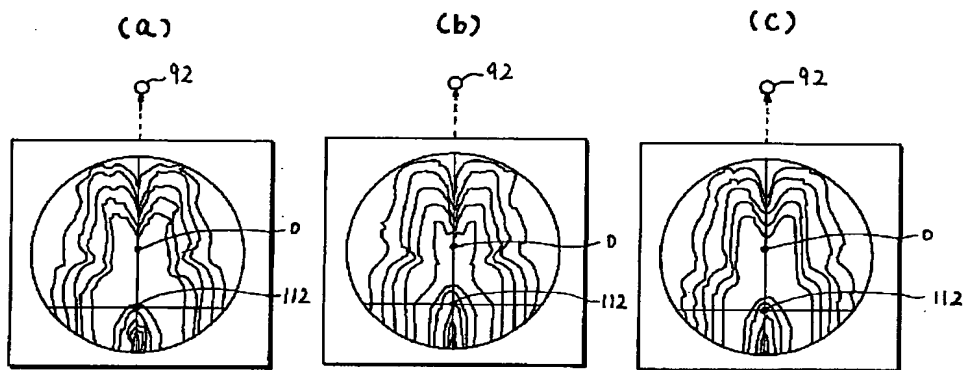
【図5】



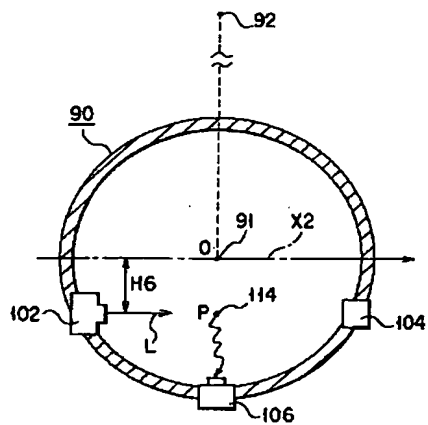
【図8】



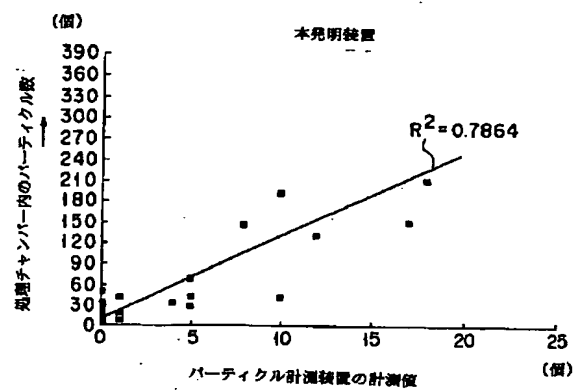
【図9】



【図10】

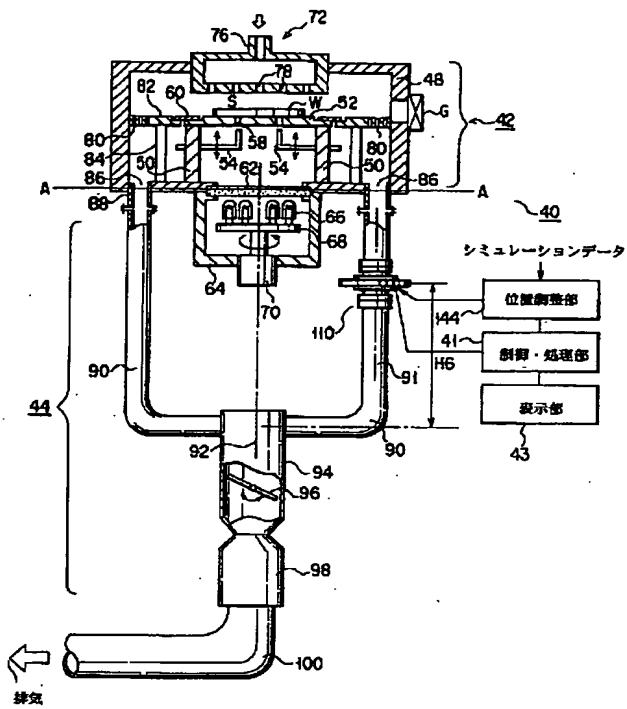


【図12】

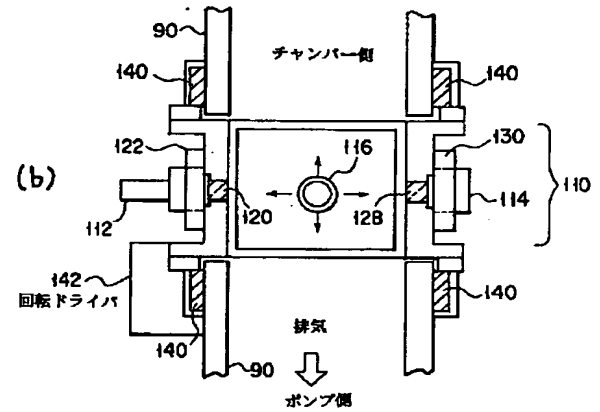
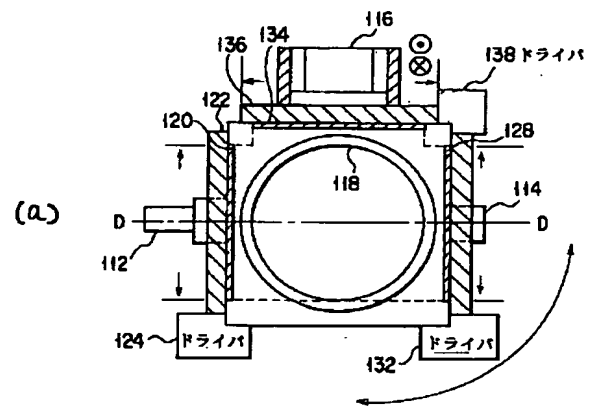




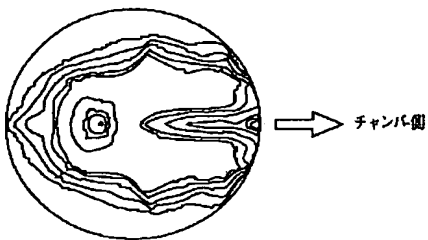
【図13】



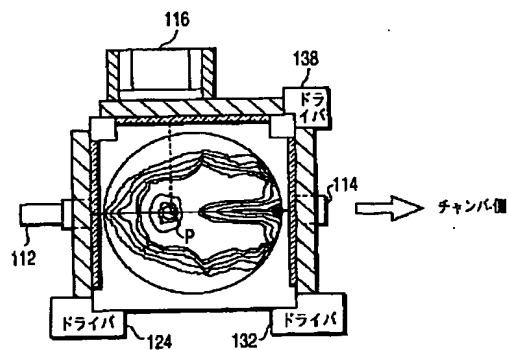
【図14】



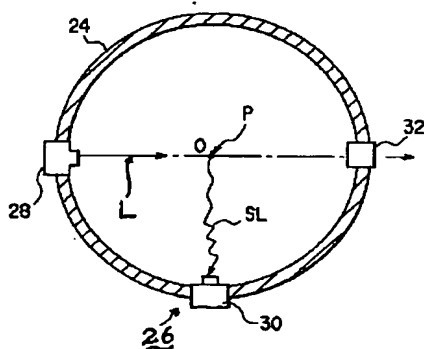
【図15】



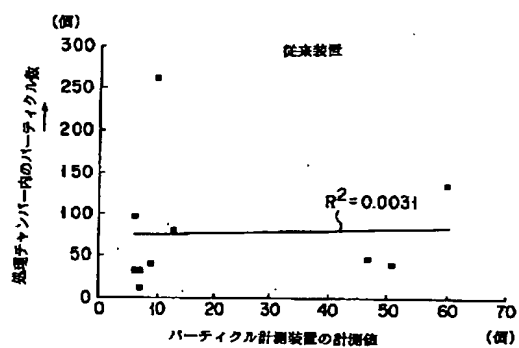
【図16】



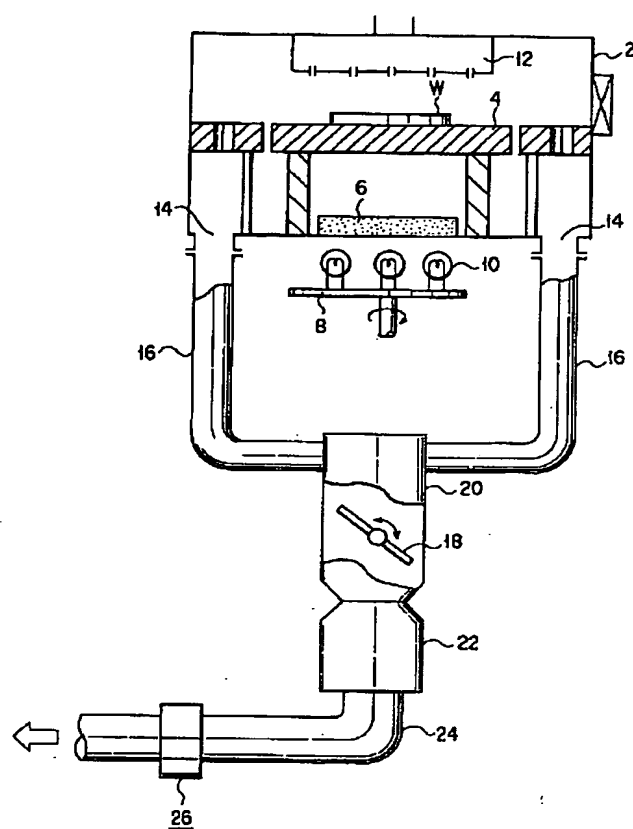
【図19】



【図17】



【図18】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 7

H 0 1 L 21/3065  
21/66

識別記号

F I

H 0 1 L 21/66  
21/302

テーマコード (参考)

Z  
B